

Aditivos emulsificantes em dietas de aves de produção

Emulsifier additives in diets of poultry production

Aditivos emulsificantes en dietas de producción avícola

Recebido: 14/01/2020 | Revisado: 28/01/2020 | Aceito: 18/02/2020 | Publicado: 06/03/2020

Jean Kaique Valentim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8547-4149>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: kaique.tim@hotmail.com

Rodrigo Garófallo Garcia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4978-9386>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: rodrigogarcia@ufgd.edu.br

Rita Therezinha Rolim Pietramale

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5353-0000>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: rolimpiezoo@gmail.com

Jonatan Mikhail Del Solar Velarde

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1626-5700>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: delsolarvelarde@gmail.com

Deivid Kelly Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5027-2301>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: dkellybarbosa@gmail.com

Vivian Aparecida Rios de Castilho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7895-1314>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: viviancastilho@live.com

Bruna Barreto Przybulinski

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3478-3387>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: bruna-b@hotmail.com

Maria Fernanda de Castro Burbarelli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8079-2890>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: fariakita@gmail.com

Felipe Cardoso Serpa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5827-5352>

Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil

E-mail: felipe.c.serpa@gmail.com

Heder José D'Avila Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8360-8227>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: hederdavila@yahoo.com.br

Resumo

Objetivou-se com o presente estudo relatar e discutir o contexto atual da utilização de aditivos emulsificantes em dietas avícolas. Buscou-se nas principais bases de pesquisa Web of Science e Google Scholar, artigos dos 20 últimos anos que relatavam este tema com enfoque na nutrição avícola. Para acompanhar o aumento do potencial produtivo das aves, a indústria avícola, tem escolhido fontes de gorduras para aumentar o teor de energia nas dietas. A ingestão de lipídeos é fundamental, não apenas para suprir as necessidades energéticas, mas também para atender as exigências em ácidos graxos essenciais, melhoria da palatabilidade da ração e na digestibilidade dos outros nutrientes. Neste contexto, usar ferramentas nutricionais que melhorem a digestibilidade dos lipídios é essencial, haja vista a importância deste nutriente para a produção animal. Assim, os emulsificantes são aditivos recentemente estudados na nutrição de aves com o objetivo de melhorar a absorção dos lipídeos, auxiliando na formação das micelas de gorduras, formando assim uma emulsão que é melhor absorvido pelo animal. A utilização de emulsificantes mostrou-se uma alternativa viável e com boa propensão de utilização em larga escala, com o objetivo de reduzir os níveis de energia das dietas e conseqüentemente os custos de produção devido ao grande crescimento da avicultura nacional.

Palavras-chave: Eficiência energética; Emulsificação; Lipídios; Micelas.

Abstract

The objective of this study was to report and discuss the current context of the use of emulsifier additives in poultry diets. To accomplish this, literature was searched in main research bases as Web of Science and Google Scholar, scientific papers from the last 20 years that reported this scope focused on poultry nutrition were selected. To keep up with the increase in poultry productive potential, the poultry industry has chosen fat sources to increase the energy content in diets. Lipid intake is essential, not only to meet energy needs, but also to meet the essential requirements in fatty acids, palatability improvement and in the digestibility of other nutrients. In this context, using nutritional tools that improve lipid digestibility is essential, given the importance of this nutrient for animal production. Emulsifiers are active surface agents and their average molecular weight and amphiphilic compounds, which is why emulsifier is absorbed into the interface between oil and water, reduces the surface tension and energy required for emulsion formation. Was proved that sing emulsifiers is a viable alternative with a good propensity of large-scale use, with the aim of reduce the energy levels of diets and, consequently, production costs mainly due to the growth of national poultry farming.

Keywords: Energy efficiency; Emulsification; Lipids; Micelas.

Resumen

El objetivo de este estudio fue informar y discutir el contexto actual del uso de aditivos emulsificantes en dietas avícolas. Se hizo una búsqueda en las principales bases de investigación como Web of Science, Elsevier, PubMed, Science Direct y Google Scholar acerca de artículos de los últimos 20 años que informaron de este tema, centrado en la nutrición de aves. Para mantenerse al día con el aumento del potencial productivo de las aves de corral, la industria avícola ha elegido fuentes lipídicas para aumentar el contenido de energía en las dietas. La ingesta de lípidos es esencial, no sólo para satisfacer las necesidades energéticas, sino también para satisfacer los requisitos de ácidos grasos esenciales, mejorar la palatabilidad de las raciones y la digestibilidad de otros nutrientes. En este contexto, el uso de herramientas nutricionales que mejoran la digestibilidad de los lípidos es esencial, dada la importancia de este nutriente en la producción animal. Es así que los emulsificantes son aditivos recientemente estudiados en la nutrición de las aves, con el fin de mejorar la absorción de lípidos, ayudando en la formación de micelas lipídicas, formando así una emulsión que es absorbida con mayor eficiencia por el animal. El uso de emulsificantes resultó ser una alternativa viable con buena propensión de uso a gran escala, con el objetivo

de reducir niveles energéticos de las dietas y, en consecuencia, los costos de producción debido principalmente al gran crecimiento de la avicultura nacional.

Palabras clave: Eficiencia energética; Emulsificación; Lípidos; Micelas.

1. Introdução

A digestibilidade aparente das gorduras não é estável ao longo da vida das aves, sendo as diferenças mais pronunciadas em aves mais jovens. Esta condição está relacionada à reduzida produção de lipase pancreática e a impossibilidade que os pintos possuem de reabsorver os sais biliares (Fonseca et al.2018). Os avanços no conhecimento de diversas áreas relacionadas ao desenvolvimento e capacidade funcional do trato gastrintestinal tem demonstrado papel determinante para maior eficiência produtiva e a consequente redução nos custos de produção (Maugeri Filho et al.2019). Devido ao crescimento rápido, as linhagens de frangos de corte apresentam uma elevada demanda energética, o que favorece a utilização dos óleos e gorduras na ração por serem ingredientes que apresentam alta concentração calórica (Macari & Furlan, 2002).

Vantagens atribuídas ao uso destes ingredientes na ração são de reserva de energia, melhoraria da consistência das rações, fonte de ácidos graxos essenciais (ácido linoleico), reduzem o incremento calórico, auxiliam no transporte e absorção de vitaminas lipossolúveis e melhoram o desempenho das aves (Braga e Baião, 2001). Os lipídios presentes na dieta precisam ser digeridos e absorvidos no trato gastrintestinal, porém, como a gordura é insolúvel em água, torna-se necessária a emulsificação das partículas para sua digestão (Silva et al.2018).

Os fosfolipídios são um grupo especial de lipídios que contêm um resíduo de ácido fosfórico, ácidos graxos e um grupamento álcool (Junqueira et al.2005). São fundamentais para a formação das membranas biológicas e participam de inúmeros processos orgânicos e metabólicos (Valentim et al.2018). Entre estes, a lecitina, substância de elevado valor biológico, possui em sua composição a fosfatidilcolina na proporção de 13,4% (Khonyoung et al.2015). Esta é o principal fosfolipídio presente nas membranas celulares e lipoproteínas e participa de diversos processos metabólicos principalmente em frangos jovens (Maugeri Filho et al.2019), sendo este composto um dos principais agentes emulsificantes no organismo.

Emulsificantes são agentes ativos de superfície anfílica, de peso molecular médio (Zhao et al.2015), facilitam a interface entre óleo e a água, reduzindo a tensão superficial e a energia necessária à formação de emulsão (Araújo, 2011) estes compostos são capazes de

modificar as propriedades de superfícies, sólidas ou líquidas, facilitando assim processos de digestão. Algumas macromoléculas como proteínas e alguns polissacarídeos, podem atuar como emulsificantes, conferindo estabilidade à emulsão por longos períodos (Aguilar et al.2013). Resultados favoráveis ao uso de emulsificantes em dietas avícolas são encontrados na literatura, estes produtos proporcionam redução no custo de produção e, conseqüentemente, melhoria na renda dos produtores, economizando o uso de ingredientes na formulação de rações. Assim, objetivou-se com o presente estudo relatar e discutir o contexto atual da utilização de aditivos emulsificantes em dietas avícolas, visando contribuir para uma produção animal sustentável e menos onerosa.

2. Metodologia

Essa revisão de literatura foi realizada a partir de uma busca bibliográfica embasada em diferentes publicações encontradas em banco de dados conforme a tabela 1. Os termos pesquisados em tais plataformas foram: Poultry Science AND Additives AND Emulsifiers.

A pesquisa foi realizada entre os dias 11 e 26 de setembro de 2019. Sendo encontrado o montante apresentado na tabela 1. Após análise dos 143 arquivos nas duas bases científicas, foram excluídos 67 arquivos por não se enquadrarem na temática ou por não atenderem os critérios de inclusão e 20 artigos repetidos. Assim, foram selecionados 56 arquivos, após o teste de relevância para uso no estudo, os mesmos foram tabulados em planilha do Excel® com as informações que são relevantes, para exploração na revisão sistematizada.

Tabela 1: Inventário Bibliométrico da pesquisa sistemática.

| Palavras-Chave | Arquivos pela base de dados | |
|---|-----------------------------|----------------|
| | Web of Science | Google Scholar |
| Poultry Science/Ciência avícola | 8870 | 8550 |
| Poultry Science AND Additives/ Ciência avícola e Aditivos/ | 324 | 344 |
| Poultry Science AND Additives AND Emulsifiers/ Ciência avícola e Aditivos e Emulsificantes | 78 | 65 |
| Artigos fora da temática | 54 | 33 |
| Total de arquivos por base | 24 | 32 |
| Total de arquivos utilizados | | 56 |

Os trabalhos selecionados foram examinados segundo critérios de um teste de relevância, sendo definidos e aplicados os critérios de aceitação e exclusão de artigos não relevantes, utilizando questionário constituído por perguntas que geram uma resposta afirmativa ou negativa que tem relação com o objetivo do estudo. Obtiveram-se as respostas das perguntas do questionário por meio da leitura do título, resumo e parte dos resultados dos artigos oriundos da busca bibliométrica. Para tal, dois avaliadores responderam “sim” ou “não” as perguntas elaboradas, como:

- A data de publicação compreende o período de 1999 a 2019?
- As palavras chave estão no título e abstract?
- O trabalho contém aspectos nutricionais de aditivos emulsificantes na nutrição de aves?

Foram inclusos os artigos que apresentarem 100% de respostas SIM para as perguntas para ambos avaliadores. A busca nas bases de dados e os estudos selecionados foram analisados quanto à pertinência ao tema de pesquisa, delineamento experimental, resultados, indicações, apresentação dos emulsificantes e principais conclusões dos autores. Como critérios de inclusão, foram selecionados estudos primários em português, inglês e espanhol, na íntegra on-line ou que pudessem ser acessados manualmente. Foram excluídos estudos que não possuíam o resumo, anais de congresso e modelos experimentais animais de outras espécies que não seja aves de produção. Não foram incluídos livros-textos na coleta de dados, porém foram utilizados na análise e na contextualização.

Revisão de literatura sistematizada

Nutrição de aves de produção

A nutrição adequada de aves de corte e postura dependem do conhecimento técnico sobre nutrientes, energia, aminoácidos, minerais, vitaminas, ácidos graxos e água. Deve-se sempre atender as exigências das aves de acordo com o peso ou fases produtivas, observando a qualidade e preços dos ingredientes para maximização dos lucros e desempenho dos animais (Santos et al.2019). A nutrição foi um dos fatores que mais influenciaram o crescente desempenho da avicultura ao longo dos anos, e é ainda hoje necessário estar sempre atento as novas exigências das linhagens para que essas possam expressar seu maior potencial genético (Garcia & Gomes 2019). Dentre os fatores nutricionais mais importantes nas dietas avícolas

tem-se a energia. A energia é um dos componentes das rações de maior custo para a criação de animais de desempenho superior (Zhao et al.2015).

Segundo Park et al.(2017) é importante determinar os valores de energia metabolizável dos alimentos, uma vez que essa é a forma mais utilizada nos cálculos de rações para aves, esta fração é obtida pela diferença entre a energia bruta do alimento e a energia bruta das excretas e dos gases oriundos da digestão. Devido à alta densidade energética, os lipídios são importantes fontes de energia na formulação de rações para animais (Rovers & Excentials, 2014). Entretanto, os óleos são atualmente considerados coprodutos gerados no processamento dos alimentos, e também são fontes de alimentos para os seres humanos, e esta concorrência com o mercado consumidor eleva os custos da inclusão destes ingredientes às rações (Rufino et al.2019).

Sá et al.(2019) relatam que os lipídios tem importância nutricional, pois são compostos por aproximadamente 90% de triglicerídeos, os quais são hidrolisados no lúmen intestinal por ação das lipases pancreáticas, resultando em glicerol, ácidos graxos livres e monoglicerídeos (Macari et al.2002). Segundo Rostagno et al. (2011), o nível prático para inclusão de óleos vegetais em dietas para aves é de 3%, e o nível máximo de 7%. A inclusão de 2 a 3% já é suficiente para garantir o valor-extra calórico, favorecendo assim o desempenho do animal. As micelas são gotículas de gordura formadas no quimo intestinal que contêm lipídios, sais biliares e produtos da digestão lipídica. Tornam-se os constituintes gordurosos solúveis e são capazes de movimentar-se no ambiente intestinal aquoso, apresentando a parte polar dos sais biliares conjugados na superfície, enquanto a parte apolar ocupa a porção central da micela (Macari et al.2002). A figura 1 mostra a composição das estruturas micelares, demonstrando seu caráter anfipático.



Figura 1. Composição estrutural das micelas.

Fonte: Pixabay (Reprodução livre, 2020).

Conforme a figura acima se observa que as micelas são agregados moleculares, possuindo ambas as regiões estruturais hidrofílica e hidrofóbica, que dinamicamente se

associam espontaneamente em solução aquosa formando grandes agregados moleculares de dimensões coloidais (Maniasso, 2001). As micelas são conduzidas até as microvilosidades intestinais por movimentos intestinais e liberam os monoglicerídeos, ácidos graxos, colesterol e vitaminas lipossolúveis para o interior dos enterócitos pela atuação da proteína ligadora de ácidos graxos, a qual é responsável pelo transporte dos ácidos graxos das microvilosidades para o citosol dos enterócitos (Silva et al.2019).

Na célula da mucosa o destino dos ácidos graxos absorvidos é determinado pelo comprimento de sua cadeia carbônica. Ácidos graxos de cadeia curta e glicerol livre são absorvidos diretamente na mucosa do intestino e transportados à circulação portal, sem sofrerem reesterificação (Manzke et al.2016). Os lipídios fornecidos na dieta, embora lipossolúveis, são digeridos e transportados em meio aquoso (Manzke et al.2016). Para tanto é necessário a presença de emulsificantes que torne a gordura disponível à ação de enzimas digestivas (Souza et al.2019), contudo, para que ocorra a digestão e absorção de lipídios no lúmen intestinal, a presença de secreções biliares e pancreáticas é necessária (Santana et al.2017). Os lipídeos são emulsificados, digeridos e absorvidos pelas células da mucosa intestinal, sendo a maior parte absorvida no jejuno médio. Quando os lipídeos provenientes do estômago ingressam no intestino delgado encontram um ambiente alcalino, onde a liberação da bile e suco pancreático é estimulada (Alzawqari et al.2011).

A bile produzida no fígado e armazenada na vesícula biliar tem por função emulsificar os lipídios, aumentando a superfície dos mesmos com a formação de microgotículas de gordura. Segundo Souza et al. (2019) esta fina subdivisão tem por propósito expor uma superfície apropriada para a ação da lipase pancreática na interfase óleo - água. A bile juntamente com líquido pancreático, lançados no duodeno promove a digestão, estimula o peristaltismo gastrintestinal e a absorção dos lipídios da dieta (Macari et al.2002).

A digestão e a absorção dos lipídios são ineficientes nas primeiras semanas de vida dos frangos. Isto ocorre porque a concentração da proteína que liga de ácidos graxos e a secreção de sais biliares no intestino são baixas. No mesmo sentido, Ekunseitan et al. (2019) observaram que as maiores diferenças na capacidade das aves em utilizar gordura são mais proeminentes entre a primeira e a terceira semana de idade, não havendo diferenças entre a quinta e a sétima semana. Entretanto, a digestibilidade dos lipídios aumenta com a idade das aves, na ave jovem, a absorção de gordura é limitada e, apenas quando a estrutura do enterócito alcança seu pleno desenvolvimento, é que a absorção de lipídeos se efetiva, o que ocorre após duas ou três semanas de vida pós-natal, fase em que os mecanismos de digestão e absorção alcançam sua plenitude (Paulo et al.2019).

Camargo et al.(2019) relataram há que modificações na quantidade ingerida de lipídeos causam mudanças no teor e na secreção da lipase pancreática e processos intracelulares essenciais para absorção dos lipídios aumenta à medida que o consumo de lipídios aumenta na dieta. A digestão e absorção de lipídios em pintos recém-eclodidos é um assunto amplamente discutido na literatura.

O trato gastrintestinal tem capacidade adaptativa, e essas modificações ocorrem na primeira semana pós – eclosão (Santos et al.2016). Nesse contexto, a capacidade de aves jovens de digerir e absorver lipídios dependerá de mecanismos adaptativos da mucosa intestinal, com maior secreção de enzimas digestivas e maior capacidade de emulsificar gordura por meio da ação da bile (Macari et al.2002). Segundo Costa (2012) os limites fisiológicos do processo digestivo das aves apresentam lacunas onde podem visualizar estrategicamente algumas possibilidades de superá-los, seja por meios endógenos e/ou exógenos, de forma a maximizar a digestão e absorção dos alimentos.

Os benefícios dos lipídeos

Para acompanhar o aumento do potencial produtivo das aves, a indústria avícola, tem escolhido fontes de gorduras para aumentar o teor de energia nas dietas. A utilização correta de óleos ou gordura nas rações para os animais de interesse zootécnico é um fator chave para maximizar a produção. A ingestão de lipídeos é fundamental, não apenas para suprir as necessidades energéticas, mas também para atender as exigências em ácidos graxos essenciais, melhoria da palatabilidade da ração e na digestibilidade dos outros nutrientes (Park et al.2017). Oferecendo assim uma fonte energética menos onerosa e de fácil degradação e absorção pelas aves. Os lipídios de importância nutricional são compostos por aproximadamente 90% de triglicerídeos, os quais são hidrolisados no lúmen intestinal por ação das lipases pancreáticas, resultando em glicerol, ácidos graxos livres e monoglicerídeos (Macari et al.2002).

Essa variável nutricional é um dos principais componentes de custos em dietas para animais de alto desempenho. Aumentar a eficiência energética dessas matérias- primas tem grande relevância econômica para os produtores (Camargo et al.2019).

Santana et al.(2017) relatam que apesar dos benefícios de sua utilização na dieta os lipídios contêm ácidos graxos insaturados, que podem ser susceptíveis à oxidação lipídica o qual é a principal causa da perda de qualidade do alimento ou da ração (Vargas & Ramirez 2019), pois afeta o sabor, o aroma, a cor e textura e resulta na produção de compostos tóxicos reduzindo o

valor nutritivo do alimento. A substituição parcial de carboidratos por óleo baseia-se na redução do incremento calórico da ração através do uso dos lipídeos como fonte de energia, uma vez que o incremento dos lipídeos é o mais baixo entre os nutrientes (de Souza Silva et al.2019).

Dietas com maior teor de lipídeos podem proporcionar menor produção de calor pelas aves, uma vez que a produção de calor refere-se a soma do incremento calórico com a energia gasta para manutenção (Souza et al.2019). A inclusão de óleos e gorduras na dieta de poedeiras tem influenciado positivamente no peso do ovo e da gema, provavelmente porque o ácido linoléico aumenta a síntese de triacilgliceróis e lipoproteínas no fígado, que são secretados e chegam ao ovário para participar do desenvolvimento dos folículos ovarianos (Valentim et al. 2019). As fontes de ácidos graxos usadas na alimentação de poedeiras são óleo de linhaça (utilizado para produção de ovos enriquecidos com n-3), óleo de soja, óleo de girassol e óleo de peixe como fonte de MUFA e PUFA, e sebo bovino, como fonte de energia, rico em gordura saturada (Fontes et al. 2018).

Como forma de obter melhoras na produção, a nutrição tem utilizado a adição de aditivos nas dietas, que são substâncias ou microrganismos adicionados intencionalmente, que normalmente não se consomem como alimento, tenham ou não valor nutritivo, que afetem ou melhorem as características do alimento ou dos produtos animais. Dentre os aditivos utilizados têm-se os emulsificantes, que são responsáveis por facilitar e aumentar o aproveitamento de gorduras, pois facilitam a formação de micelas para que as enzimas lipídicas realizem a digestão (Fonseca et al. 2018).

Aditivos Emulsificantes

Emulsificantes são macromoléculas como proteínas e alguns polissacarídeos (Melegy et al.2010) podem atuar como emulsificantes, conferindo estabilidade à emulsão por longos períodos. Entre os emulsificantes mais utilizados pela indústria de alimentos estão as proteínas, tais como do soro de leite (caseína), da soja e do ovo, os fosfolipídios e as pequenas moléculas surfactantes, com peso molecular entre 500 a 1300 Da (Dalton), como polisorbatos e lecitinas (Araújo, 2011).

Segundo San Tan et al.(2016) o uso de emulsificantes torna-se uma alternativa para melhorar a energia líquida dos óleos, reduzindo a sua inclusão e conseqüentemente o custo das rações. Alguns óleos possuem um bom quantitativo de energia bruta e o uso de emulsificantes podem melhorar o fornecimento de energia para as aves (Boontiam et al.2016). A adição de

emulsificantes às rações pode ser utilizada como estratégia para aumentar a metabolizabilidade dos lipídios e, conseqüentemente, a eficiência energética dos animais, o que resulta em menor custo associado à alimentação, e contribui para uma produção de animais de forma mais econômica e sustentável (Rovers & Excentials, 2014).

Os emulsificantes são classificados de acordo com sua origem e sua distribuição de fases, conforme a tabela 2, sendo elas emulsão água/óleo e óleo/água (Araújo 2011). O que define a capacidade de emulsão de uma substância em uma das classificações é o seu balanço hidrófilo lipofílico (BHL). O BHL é definido como a razão entre o peso percentual dos grupos hidrofílicos sobre o peso percentual de grupos hidrofóbicos da molécula (FIB, 2013).

Tabela 2 - Tipos de emulsificantes utilizados como aditivos em dietas para aves

| Agentes ativos emulsificantes | | |
|-------------------------------|--------------|------------------------------------|
| Origem | Distribuição | Exemplos |
| Sintético | Iônicos | Esterois |
| | Não-Iônicos | Mono glicerídeos, Ésteres, Acético |
| Não sintéticos | Iônicos | Proteínas, Fosfolipídios, Lecitina |
| | Não-Iônicos | Glicolipídios, Saponinas |

Fonte: Adaptado: Araújo (2011).

Fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina e fosfatidilinositol representam os principais membros dos fosfolipídios. As principais fontes comerciais de lecitina são: o óleo de soja, óleo de semente de colza e óleo de semente de girassol que contêm as proporções de fosfolipídios totais de 3,2%; 2,5% e 1,5% respectivamente (Zosangpuii & Samanta, 2015).

Segundo Naik (2016), os emulsificantes comerciais começaram a ser produzidos em 1930, sendo a sua principal forma de monoglicerídeos.

Os monoglicerídeos podem ser ésteres sólidos, líquidos ou plásticos, sendo os sólidos de alto poder de fusão e os líquidos em temperatura ambiente (Yang Huang & Wang, 2008). Comercialmente estão disponíveis na designação de 10% α -monoglicerídeos e 90% monoglicerídeos, respectivamente (Naik, 2016).

Ação dos emulsificantes no processo de digestão de lipídeos

Emulsão é um sistema heterogêneo que consiste em um líquido imiscível, completamente difuso em outro, na forma de gotículas com diâmetro superior a 0,1 micra (de Castro et al.2019). A formação de uma emulsão, portanto, requer energia para manter as gotículas dispersadas na fase contínua. Deduz-se, no entanto, que isso é termodinamicamente desfavorável e, por esse motivo, tal processo mostra estabilidade mínima, que pode ser aumentada pela adição de agentes tenso ativos de superfície (Araújo, 2011).

Os emulsificantes em geral apresentam um segmento de sua molécula com propriedades hidrofílicas e outro segmento lipofílico, servindo, para compatibilizar a mistura de água com óleos, fazendo pontes entre esses componentes, formando emulsões; esses compostos também são conhecidos como “surfactantes”, “tenso-ativos”, “hipotensores” ou “emulsificantes” (López et al.2017).

As gorduras dos alimentos entram no trato gastrintestinal na forma de partículas coaguladas muito grandes. A bile, que é secretada pelos hepatócitos, é descarregada no lúmen do duodeno onde auxilia na emulsificação, hidrólise e solubilização dos lipídeos da dieta, sendo que suas funções digestivas são quase que exclusivamente pela ação de seus maiores compostos, os sais biliares e fosfolipídeos (Alves et al.2019).

A gordura presente na dieta, após ser ingerida, passa pelo estômago ingressando no intestino delgado onde encontrará um ambiente mais alcalino (pH 5,8 – 6,0), em relação ao estômago, que permite a atuação da bile sobre um sistema heterogêneo composto por uma fase líquida e outra na forma de gordura imiscível em partículas coaguladas muito grandes que são chamadas de micelas (Valentim et al.2018). A bile secretada pelo próprio animal não pode decompor completamente toda a gordura, e o excesso de gordura pode causar diarreia em animais e aves (Junqueira et al. 2005).

A ação biliar anfifílica sobre estes compostos de termodinâmica desfavorável à digestão irá promover uma emulsificação reduzindo a tensão superficial e a energia necessária para a utilização da gordura pelo sistema digestivo, pois formam gotículas que se agregam aos ácidos graxos e monoglicerídeos para formar micelas e sofrer a ação da lipase e também se tornarem solúveis na água que compõe os sucos digestivos (Savaris et al.2019).

Os ácidos graxos de cadeias curtas e o glicerol livre solúvel em água podem ser absorvidos diretamente nos enterócitos, já os ácidos graxos de cadeias longas e médias, monoglicerídeos e moléculas de colesterol deverão ser incorporados em micelas, sob a influência de agentes anfipáticos, que são moléculas com propriedades hidrofílicas e hidrofóbicas, como os sais biliares e os monoglicerídeos em menor proporção (Santana et al.2017). Estas moléculas lipolíticas irão se conglomerar em micelas, com as partes

hidrofóbicas para o interior e as hidrofílicas voltadas para o fluido aquoso da digesta. Estas estruturas micelares, dependendo do seu tamanho, são capazes de conter outros compostos lipídicos como colesterol, vitaminas lipossolúveis e carotenóides (Rostagno et al.2018).

As micelas tornam esses constituintes gordurosos solúveis e capazes de movimentação no ambiente intestinal aquoso. A bile juntamente com secreções do pâncreas lançadas no duodeno promove a digestão, estímulo ao peristaltismo gastrointestinal e a absorção (Costa et al.2017).

Uso de emulsificantes na nutrição de aves

Estudos demonstraram que a adição de óleo às dietas para aves pode aumentar em até 25% a concentração de energia da dieta, melhorar o desempenho das aves e, assim, melhorar a eficiência da produção e os benefícios econômicos (Zampiga et al.2016). A utilização de um emulsificante alimentar provou ser uma ferramenta para melhorar a digestibilidade da gordura em aves (Roy et al. 2010) pois tornam os glóbulos de gordura mais disponível, reforçando a formação de micelas.

A inclusão de emulsificantes em dieta para aves pode abaixar os custos de fabricação da ração, já que a dieta passa a ser formulada com uma redução no nível de energia. Isso significa uma redução de gasto com óleos e gorduras. Oliveira et al.(2006) observaram também alguns importantes agentes emulsificantes, que goma arábica, saponinas, óleos sulfonados e lecitinas. A caseína é muito usada como emulsificante, sendo sua principal fonte o leite em pó desnatado, ou os caseinatos solúveis, que são agregados heterogêneos de proteínas, e o componente mais importante envolvido na emulsificação é a beta-caseína, por apresentar muitos resíduos de prolina e nenhuma cisteína (Araújo, 2011).

Todos os produtos de origem animal e vegetal contêm fosfolipídios, porém alguns contêm apenas quantidades vestigiais. Segundo Maugeri Filho et al.(2019) a principal fonte de fosfolipídios naturais é a soja, que contém entre 0,5 e 1,5 % de lecitina cujos principais componentes são a fosfatidilcolina e o fosfatidil-inositol. Para Azman & Ciftci (2004) avaliando o efeito de diferentes fontes lipídicas com adição do emulsificante a base de lecitina de soja (1 e 2%) sobre o desempenho de frangos de corte até os 35 dias de idade, relataram que o acréscimo de lecitina não apresentou diferença significativa entre as médias dos tratamentos que continham lecitina e o grupo controle (sem lecitina).

Patra et al. (2011), trabalhando com emulsificante exógeno a base de lecitina para patos sobre o desempenho dos animais em dietas com 3% de óleo de diferentes origens, e

concluíram que o metabolismo de gorduras em todos os grupos suplementados com emulsificantes, independente da fonte lipídica, foi maior que nos grupos dietéticos sem a lecitina. Também Klementavičiūtė et al. (2016) estudando o efeito de diferentes fontes lipídicas, no qual usaram inclusão de 5% de emulsificante, em dietas de frangos de corte, não observaram diferença significativa no ganho de peso das aves que não receberam fosfolipídio na dieta. Maugeri Filho et al. (2019) afirmou que a emulsificante a base de lecitina é benéfica ao desempenho das aves quando utilizada em substituição a gordura da dieta.

Silva et al. (2018) trabalhando com diferentes tipos de emulsificantes na dieta de frangos de corte, concluiu que na fase inicial (1 a 21 dias de idade) recomenda-se o uso do emulsificante à base de polissobarto, devido aos melhores resultados de desempenho zootécnico. Já Fonseca et al. (2018) relatou que a utilização do emulsificante a base de lecitina de soja, proporcionou melhores resultados para os rendimentos de cortes em frangos, sendo o mais recomendado para as dietas com valorização de energia.

Zosangpui e Samanta (2015), avaliando os efeitos da associação de diferentes fontes de lipídeos com suplementação adicional de emulsificante a base de ricinoleato de glicerol polietilenoglicol sobre o desempenho de patos em dietas contendo diferentes tipos de óleos sugeriram que o emulsificante associado a óleo de soja e óleo de palma, pode ser usado nas dietas sem interferir no desempenho. Em outro trabalho realizado com frangos de corte por Roy et al. (2010), foi utilizando o emulsificante exógeno a base de ricinoleato de glicerol polietilenoglicol associado às dietas com diferentes percentuais de óleo de palma, concluindo que o emulsificante melhorou o desempenho das aves. Hu et al. (2019) avaliando o efeito de um emulsificante comercial (Aldo®, Lonza) na dieta dos patos da raça Cherry Valley em dietas contendo dois óleos diferentes (gordura animal e óleo vegetal), relataram que o emulsificante pode melhorar o desempenho do crescimento, a qualidade da carcaça e o metabolismo lipídico, além de promover a digestão e absorção de gordura nos patos de carne com a utilização dos dois tipos de óleos.

Dražbo et al. (2019) investigou o efeito de um emulsionante hidrofílico-lipofílico sobre o desempenho de perus, relatou o uso de emulsionantes alimentares influencia positivamente o crescimento dos perus e melhora a digestibilidade da gordura. Souza et al. (2019) avaliando a influência da inclusão da goma de soja na dieta de galinhas poedeiras concluiu que a inclusão de goma de soja promove melhorias na produção, qualidade externa e interna e estabilidade oxidativa de ovos de galinhas poedeiras comerciais.

Entretanto, Klementavičiūtė et al. (2016) avaliando a adição de ácidos graxos de cadeia média e emulsificante na dieta de galinhas poedeiras, verificou que a suplementação de

ácidos graxos melhoraram os parâmetros da cor da gema de ovo e a sua associação com emulsificante reduziu significativamente o peso do ovo 1,12% ($P<0,05$) e pH de ovo albúmen 0,24% ($P<0,05$).

Avaliando os efeitos da suplementação alimentar de emulsificante lisolecitina no desempenho de frangos de corte, Park et al. (2017) verificou que a suplementação com lisolecitina melhorou a conversão alimentar e diminuiu a retenção total de nutrientes das aves analisadas. Juntanapum et al. (2019) conduzindo experimento para avaliar os efeitos da suplementação de Lisofosfatidilcolina (LPC) em dietas sobre o desempenho produtivo, a qualidade dos ovos e a morfologia intestinal de poedeiras, concluíram que as suplementações de LPC (0,05 e 0,10%) melhoraram significativamente a taxa de conversão alimentar, aumentaram o tamanho dos ovos, diminuíram a ingestão de alimentos e reduziram o custo de alimentação por peso de ovos ($P<0,01$).

3. Conclusões

A utilização de emulsificantes mostrou-se uma alternativa viável e com boa propensão de utilização em larga escala, com o objetivo de reduzir os níveis de energia das dietas e consequentemente os custos de produção. A avaliação de índices econômicos ligados a utilização deste aditivo se torna uma vertente importante visando atender a demanda e a necessidade do produtor rural em visualizar os benefícios das novas tecnologias implantadas na produção animal. A adição de emulsificante nas dietas avícolas pode melhorar a digestibilidade dos lipídios e na absorção dos nutrientes, resultando em maior energia disponível, proporcionando melhorias no desempenho, redução da deposição de gordura nas carcaças e deposição de ácidos graxos na gema do ovo. Pesquisas referentes a valorização da energia da dieta são um ponto chave da utilização de emulsificantes na atualidade, a busca pela diminuição dos custos de produção e a dependência de insumos agrícolas desencadeiam a maior utilização deste aditivo comprovadamente eficiente na produção de aves.

4. Referências

Aguilar, Y. M., Becerra, J. C., Bertot, R. R., Peláez, J. C., Liu, G., & Hurtado, C. B. (2013). Growth performance, carcass traits and lipid profile of broiler chicks fed with an exogenous emulsifier and increasing levels of energy provided by palm oil. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11(1), 629-633.

Alves, J. M. N., Olivo, P. M., Rodrigues, B. M., Ornaghi, M., Castilha, L. D., da Silva Junior, R. C., & dos Santos Pozza, M. S. (2019). Revestimento comestível a base de carragena e extrato de curcuma longa em ricotas/Carragena based edible coating and curcuma longa extract in ricotta cheese. *Brazilian Journal of Development*, 5(8), 12656-12677.

Alzawqari, M., Moghaddam, H. N., Kermanshahi, H., & Raji, A. R. (2011). The effect of desiccated ox bile supplementation on performance, fat digestibility, gut morphology and blood chemistry of broiler chickens fed tallow diets. *Journal of Applied Animal Research*, 39(2), 169-174.

Araújo, J. M. A. (2011). *Química de Alimentos: teoria e prática. atual. ampl.* Viçosa, MG. UFV.

Azman, M. A., & Ciftci, M. (2004). Effects of replacing dietary fat with lecithin on broiler chicken zootechnical performance. *Revue de Medecine Veterinaire*, 155(8-9), 445-448.

Boontiam, W., Jung, B., & Kim, Y. Y. (2016). Effects of lysophospholipid supplementation to lower nutrient diets on growth performance, intestinal morphology, and blood metabolites in broiler chickens. *Poultry science*, 96(3), 593-601.

Braga, J. P., & Baião, N. C. (2001). Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, 31, 23-28.

Camargo, J. N. C., Santana, E. S., do Carmo, D. D. C. B., de França, E. E., & Laboissière, M. (2019). Efeitos do tipo de incubação e da forma física da ração pré-inicial sobre o desenvolvimento intestinal de pintos de corte. *Medicina Veterinária (UFRPE)*, 13(1), 79-87.

Castro, M. A. F., da Cunha Ribeiro, D., & de Freitas, R. R. (2019). Bibliometric analysis on the use of ultrasound in oil type emulsions in oil (O/A). *Research, Society and Development*, 8(1), 881514.

Costa, E. M., Dourado, L. R. B., & Merval, R. R. (2012). Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. *PUBVET*, 6, Art-1450.

Costa, L. C., Pansera-de-Araújo, M. C., & Bianchi, V. (2017). Sistemas digestório, respiratório e circulatório Humanos em livros didáticos de Biologia de Ensino Médio. *Biografía Escritos sobre la biología y su enseñanza*, 10(18), 19-27.

de Paulo, L. M., Gouveia, A. B. V. S., da Silva, J. M. S., da Silva, W. J., dos Santos, J. B., Sampaio, S. A., ... & dos Santos, F. R. (2019). Coprodutos de frutas e carboidratos na alimentação de aves: Revisão. *Pubvet*, 13, 176.

de Souza Silva, L. P., Júnior, R. C. H. N., Pereira, C. M. C., & Bernardino, V. M. P. (2019). Manejo nutricional para cães e gatos obesos. *PUBVET*, 13, 166.

dos Santos, F. R., Oliveira, P. R., Minafra, C. S., Duarte, E. F., de Almeida, R. R., & da Silva, W. J. (2016). Desenvolvimento digestivo e aproveitamento energético em frangos de corte. *PUBVET*, 6, Art-1369.

Dražbo, A., Kozłowski, K., & Croes, E. (2019). The effect of emulsifier on growth performance and fat digestibility in turkeys. *Annals of Animal Science*, 19(2), 421-431.

Ekunseitan, D. A., Ayoola, A. A., Jimoh, S. A., Adegoke, T. O., & Adeniram, K. A. (2019). Resposta das aves à administração aquosa de extrato de abóbora manchada. *Archivos de zootecnia*, 68(262), 214-219.

Food Ingredients Brasil. Dossiê emulsificantes. Nº. 25, p. 50-68. 2013.

Fonseca, S. S., da Silva, V. C., Valentim, J. K., & Geraldo, A. (2018). Efeito da adição de diferentes emulsificantes na dieta sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 16, 1-13.

Fontes, A. L., Pimentel, L., Rodríguez-Alcalá, L. M., & Gomes, A. (2018). Effect of Pufa Substrates on Fatty Acid Profile of *Bifidobacterium breve* Ncimb 702258 and CLA/CLNA Production in Commercial Semi-Skimmed Milk. *Scientific reports*, 8(1), 15591.

Garcia, D. A., & Gomes, D. E. (2019). A AVICULTURA BRASILEIRA E OS AVANÇOS NUTRICIONAIS. *Revista Científica*, 1(1).

Hu, X. Q., Wang, W. B., Liu, L., Wang, C., Feng, W., Luo, Q. P., ... & Wang, X. D. (2019). Effects of fat type and emulsifier in feed on growth performance, slaughter traits, and lipid metabolism of Cherry Valley ducks. *Poultry science*, 98(11), 5759-5766.

Junqueira, O. M., Andreotti, M. D. O., Araújo, L. F., Duarte, K. F., Cancherini, L. C., & Rodrigues, E. A. (2005). Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2335-2339.

Juntanapum, W., Poeikhampha, T., Pongpong, K., Rakangthong, C., Kromkhun, P., & Bunchasak, C. (2019). The Effects of Supplementing Lysophosphatidylcholine in Diet on Production Performance, Egg Quality and Intestinal Morphology of Laying Hens. *Poultry Science*, 18(5), 238-243.

Khonyoung, D., Yamauchi, K., & Suzuki, K. (2015). Influence of dietary fat sources and lysolecithin on growth performance, visceral organ size, and histological intestinal alteration in broiler chickens. *Livestock Science*, 176, 111-120.

Klementavičiūtė, J., Gružasuskas, R., Šašytė, V., Daukšienė, A., Kliševičiūtė, V., Racevičiūtė-Stupelienė, A., ... & Dovidaitienė, G. (2016). EFFECT OF MEDIUM CHAIN FATTY ACIDS AND EMULSIFIER ON QUALITY PARAMETERS OF LAYING HEN 'S EGGS. *Veterinarija ir Zootechnika*, 73(095).

López, M. C. G., Mejía, R. D. V., & Bonillo, C. C. C. (2017). Formulación y caracterización de productos humectante y emulsificante (lecitina de girasol (*Helianthus annuus*)) compatibles con fluidos de perforación base aceite. *Revista Tecnológica-ESPOL*, 30(1).

Macari, M.; Furlan, R. L.; Gonzales, E. (2002). *Fisiologia Aviária Aplicada a Frango de Corte*. 2 ed. Jaboticabal: Funep.

Maniasso, N. (2001). Ambientes micelares em química analítica. *Química Nova*, 24(1), 87-93.

Manzke, N. E., Gomes, B. K., Lima, G. J. M. M., & Xavier, E. G. (2016). Nutrição de leitões neonatos: importância da suplementação. *Archivos de zootecnia*, 65(252), 585-591.

Maugeri Filho, F., Goldbeck, R., & Manera, A. P. (2019). Produção de oligossacarídeos. *Biotecnologia Industrial-Vol. 3: Processos fermentados e enzimáticos*, 3, 253.

Melegy, T., Khaled, N. F., El-Bana, R., & Abdellatif, H. (2010). Dietary fortification of a natural biosurfactant, lysolecithin in broiler. *African journal of agricultural research*, 5(21), 2886-2892.

Naik, M. K. (2016). Production of monoglycerides from glycerol obtained from biodiesel processing. 159 f. Doctor - Institute of Technology Delhi, New Delhi - India.

Oliveira, J. N., & Bleicher, E. (2006). Seleção de emulsificantes para óleo de algodão. *Revista Ciência Agronômica*, 37(2), 171-176.

Park, J. H., Nguyen, D. H., & Kim, I. H. (2017). Effects of exogenous lysolecithin emulsifier supplementation on the growth performance, nutrient digestibility, and blood lipid profiles of broiler chickens. *The Journal of Poultry Science*, 0170100.

Patra, A. K., Samanta, G., & Pal, K. (2011). Effects of an emulsifier on the performances of Khaki Campbell ducks added with different sources of fats. *Frontiers of Agriculture in China*, 5(4), 605-611.

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. F., Lopes, D. C., & Euclides, P. F. (2011). Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. 3rd ed. UFV, Viçosa, MG, Brazil.

Rostagno, H. S., & Pupa, J. M. R. (2018). Fisiologia da digestão e alimentação de leitões. *Nutritime Revista Eletrônica*, 8310.

Rovers, M., & Excentials, O. (2014). Saving energy and feed cost with nutritional emulsifier. *Intl. Poult. Prod*, 22, 7-8.

Roy, A., Haldar, S., Mondal, S., & Ghosh, T. K. (2010). Effects of supplemental exogenous emulsifier on performance, nutrient metabolism, and serum lipid profile in broiler chickens. *Veterinary medicine international*, 2010.

Rufino, J. P. F., Cruz, F. G. G., Guimarães, C. C., Silva, A. F., & de Souza Batalha, O. (2019). Uso de subprodutos do pescado na alimentação de aves. *Revista Científica de Avicultura e Suinocultura*, 5(1).

Sá, L. C. R. D., Nascimento, L. M., Mascarenhas, M. D. M., Rodrigues, M. T. P., Gomes, K. R. O., & Frota, K. D. M. G. (2019). Factores asociados con el perfil lipídico de adolescentes. *Revista chilena de nutrición*, 46(1), 32-38.

San Tan, H., Zulkifli, I., Farjam, A. S., Goh, Y. M., Croes, E., Partha, S. K., & Tee, A. K. (2016). Effect of exogenous emulsifier on growth performance, fat digestibility, apparent metabolisable energy in broiler chickens. *Journal of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology*, 4(1), 7-10.

Santana, M. C. A., Rodrigues, J. H. F., Cavali, J., & de Aragão Bulcão, L. F. (2017). Lipídeos: classificação e principais funções fisiológicas. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(8), 1-14.

Santos, M. S., de Oliveira Silveira, G. H., & Peixoto, M. G. M. (2019). Gestão da Qualidade e o Agronegócio Brasileiro: Proposta de Aplicação da Gestão por Processos em uma Fábrica de Alimentação Animal do Alto Paranaíba. *Revista Brasileira de Gestão e Engenharia| RBGE| ISSN 2237-1664*, (20), 100-126.

Savaris, T., Biffi, C. P., Ogliari, D., Wicpolt, N., Molossi, F. A., Melchiorretto, E., ... & Gava, A. (2019). Intoxicação experimental pelas sementes de *Crotalaria lanceolata* E. Mey. e *Crotalaria pallida* Aiton. em frangos de corte. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 39(11), 863-869.

Silva, N. N., Casanova, F., Pinto, M. D. S., Carvalho, A. F. D., & Gaucheron, F. (2019). Micelas de caseína: dos monômeros à estrutura supramolecular. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22.

Silva, V. C., da Fonseca, S. S., Valentim, J. K., & Geraldo, A. (2018). Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas com redução energética contendo diferentes tipos de emulsificantes. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 16, 1-11.

Souza, F. A., da Silva, V. G., Tormen, S. H., Tamura, C., de Jesus, B. V., Koester, D. L., & Bitencourt, T. B. (2019). Utilização de resíduos agroindustrias para produção de lipídios microbianos por *yarrowia lipolytica* qu69/Use of agro-industrial waste for the production of microbial lipids by *yarrowia lipolytica* qu69. *Brazilian Journal of Development*, 5(7), 8801-8810

Souza, R. P. D. P., Laurentiz, A. C. D., Faria, G. A., Filardi, R. D. S., & Mello, É. D. S. (2019). Use of soybean gum as an emulsifier in diets for commercial laying hens. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 54.

Valentim, J. K., Carneiro, S. A., Geraldo, A., Dallago, G. M., de Oliveira, J. É. F., & de Oliveira, M. J. K. (2018). USO DE EMULSIFICANTE E ÓLEO DE MACAÚBA EM DIETAS PARA POEDEIRAS COMERCIAIS E SEUS EFEITOS SOBRE DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS. *Revista Científica Rural*, 20(1), 275-286.

Valentim, J. K., Mendes, J. P., Przybulinski, B. B., Serpa, F. C., Barbosa, D. K., Castilho, V. A. R., & Pietramale, R. T. R. (2019). Fatores Nutricionais Aplicados à Reprodução de Ruminantes. *UNICIÊNCIAS*, 23(2), 77-82.

Vargas, M. D., & Ramirez, C. F. D. (2019). Composição química e utilização de polpa cítrica na nutrição de não ruminantes: Revisão. *PUBVET*, 13, 127.

Viñado, A., Castillejos, L., Rodriguez-Sanchez, R., & Barroeta, A. C. (2019). Crude soybean lecithin as alternative energy source for broiler chicken diets. *Poultry Science*.

Yang, D. D., Huang, J., & Wang, T. (2008). Effect of dietary lysolecithin on lipid metabolism in broilers [J]. *Journal of Fujian Agriculture and Forestry University (Natural Science Edition)*, 4.

Zampiga, M., Meluzzi, A., & Sirri, F. (2016). Effect of dietary supplementation of lysophospholipids on productive performance, nutrient digestibility and carcass quality traits of broiler chickens. *Italian Journal of Animal Science*, 15(3), 521-528.

Zhao, P. Y., Li, H. L., Hossain, M. M., & Kim, I. H. (2015). Effect of emulsifier (lysophospholipids) on growth performance, nutrient digestibility and blood profile in weanling pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 207, 190-195.

Zosangpuii, A. K., & Samanta, G. (2015). Inclusion of an emulsifier to the diets containing different sources of fats on performances of Khaki Campbell ducks. *Iranian journal of veterinary research*, 16(2), 156.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Jean Kaique Valentim – 50%

Rodrigo Garófallo Garcia – 10%

Rita Therezinha Rolim Pietramale – 5%

Jonatan Mikhail Del Solar Velarde – 5%

Deivid Kelly Barbosa – 5%

Vivian Aparecida Rios de Castilho – 5%

Bruna Barreto Przybulinski – 5%

Maria Fernanda de Castro Burbarelli – 5%

Felipe Cardoso Serpa – 5%

Heder José D'Avila Lima – 5%